

KOLDIOXIDBUDGET 2020-2040

BOTKYRKA KOMMUN

BORLÄNGE | BOTKYRKA | GÄVLE | HÅBO | KNIVSTA | RAGUNDA
SKELLEFTEÅ | SÄTER | VÄSTERÅS | ÅRE | ÖSTERSUND
UPPSALA LÄN | STOCKHOLMS LÄN | SÖDERMANLANDS LÄN
JÄMTLANDS LÄN | BLEKINGE LÄN | REGION GOTLAND

DEL 1 AV BOTKYRKA KOMMUNS SLUTRAPPORT I PROJEKTET KOLDIOXIDBUDGETAR 2020-2040 (BERÄKNAT ÅR 2019)

OM KLIMATLEDARSKAPSNODEN

Klimatledarskapsnoden, CCL, vid Naturresurser och hållbar utveckling, Uppsala Universitet är sätet för den gästprofessur i klimatledarskap som möjliggjorts genom donation från Zennström Philanthropies. Noden angriper några av de mest utmanande frågorna som mänskligheten ställs inför kopplat till klimatförändringarna och bidrar med att utveckla nya lösningar och till transformativ omställning i skärningspunkten mellan vetenskap, politik och innovation.

OM RAMBOLL

Teknik för teknikens skull är meningslös. Men rätt använd kan den förbättra både vardagen och världen. Vi kallar det Engineering for life. Ramboll är en samhällsrådgivare som designar framtidens städer och samhällen. Vi drivs av nytänkande lösningar och tror på att ge till samhället. Som stiftelseägt bolag har vi möjlighet att leva efter våra värderingar och arbeta långsiktigt med att skapa hållbara samhällen där människor och miljö blomstrar.

OM RAPPORTEN

Detta är 4:e versionen rapporter med beräknade koldioxidbudgetar från CCL. Huvudsakliga förändringar är i denna version att den globala budgeten anpassats till SR1.5 (tidigare AR5), utrikes flygresor är exklusive höghöjdseffekten, utsläpp från personbilar bokförts i kommunen där ägaren är skriven istället för enligt RUS, och utsläpp från stora industriella anläggningar har plockats bort från lokala budgetar. Vår förhoppning är att framöver sammanställa hur mycket avfall som går till förbränning i respektive kommun och bokföra utsläppen därefter. Idag bokförs utsläppen där förbränningen sker.

RÄTTIGHETER

Innehållet i denna rapport uppmuntras att användas och bearbetas i enlighet med CC BY 2.5 SE under förutsättning av metoden för att beräkna koldioxidbudgetarna är densamma som i denna rapport. Referens ska lämnas enligt nedan.

REFERERAS SOM

Kevin Anderson, Jesse Schrage, Isak Stoddard, Aaron Tuckey, Martin Wetterstedt & Jakob Willerström. 2020. Koldioxidbudget för Botkyrka kommun 2020-2040: Del I (2020). Klimatledarskapsnoden, Uppsala Universitet/Tyndall Centre, Sverige/UK.

KONTAKT

För frågor om projektet och rapporten, kontakta projektledaren Martin Wetterstedt martin.wetterstedt@ccl.uu.se eller Åsa Soutukorva Swanberg, asa.soutukorva@ramboll.se.

TILLGÄNGLIG PÅ WEBBEN

Rapporten finns för nerladdning på: <http://climatechangeleadership.blog.uu.se/koldioxidbudgetar/>

KOLDIOXIDBUDGETAR 2020-2040

Vid Uppsala Universitet finns sedan 2015 en roterande gästprofessur i klimatledarskap inrättad. Kevin Anderson, professor vid Tyndall Centre for Climate Change Research i Manchester, var den andra i ordningen att inneha professuren. Kevin Anderson är pionjär inom arbetet med att omvandla den globala koldioxidbudgeten till nationell och lokal nivå och har bland annat tagit fram en budget för Manchester (Kuriakose et al., 2018), Skottland samt för England via deras Climate Change Act. År 2017 tog Järfälla kommun kontakt med klimatledarskapsnoden (CCL) och undrade om Järfälla kunde få en koldioxidbudget beräknad (Anderson et al., 2017). När projektet var klart tog fler kommuner samt län kontakt med CCL och bad att få budgetar beräknade.

Det stora intresset resulterade i att det under 2018 startades ett projekt, Koldioxidbudgetar 2020-2040, i samarbete med Ramboll, för att beräkna budgetar åt fler kommuner, regioner och län. Aktuell rapport är en del av upplaga fyra av arbetet med lokala koldioxidbudgetar.

Framförallt under upplaga två, men även under de senaste omgångarna, har en dialog förts med deltagande organisationer via mail och möten. Mötena har syftat till att behovsanpassa innehållet i rapporterna samt att författarna får ta del av kommunala och regionala perspektiv, kunskaper och erfarenheter.

Vad är en koldioxidbudget?

Den globala koldioxidbudgeten är den begränsade totala mängd koldioxid - det utsläppsutrymme - som kan släppas ut till atmosfären för att klara ett visst temperaturmål. Den kan brytas ner och fördelas i tid och rum och därigenom uttryckas som lokala årliga koldioxidbudgetar.

En koldioxidbudget är en siffra - mängd koldioxid - med tillhörande förslag på minskningstakt för att inte släppa ut mer än denna. Men budgeten består också av de tolkningar av vad Parisavtalet innebär och möjligheten till så kallade negativa utsläpp. Budgeten hjälper till att konkretisera vad det innebär att koldioxid ackumuleras i atmosfären, och att CO₂-utsläpp därför måste betraktas ur ett kumulativt perspektiv.

Det är detta arbete som gjorts i detta projekt för svenska kommuner, regioner och län för åren 2020-2040. Efter 2040, då utsläppen redan måste vara på ca 4 % av idag, måste utsläppen fortsätta att sjunka mot noll.

Från ord till handling

Det kanske mest slående, svårsmälta och eventuellt provocerande innehållet i den underliggande koldioxid-



budgeten är utmaningens storlek och svårhet. Att anta mål i enlighet med denna rapport handlar inte om att sätta mål som bedöms möjliga att uppnå utan om mål utifrån en annan innebörd av ordet. Det handlar om att ansluta sig till en vetenskaplig beskrivning av klimatutmaningen och i ord och handling bekräfta dess relevans och dignitet. Det handlar om att visa ledarskap. Men kommunen, regionen eller länet har själva inte rådighet att kontrollera om målet nås eller inte. Faktum är att rådigheten är spridd över många aktörer och nivåer i samhället. Ingen enskild aktör kommer vara ansvarig för att vi klarar eller inte klarar målet, alla behövs. Att fler av samhällets aktörer sätter vetenskapligt baserade mål för att begränsa klimatpåverkan tror författarna är enda vägen fram. I det ingår att öppet erkänna att vi - samhället, framförallt vi i västvärlden - hittills fatalt misslyckats. Vi har redan förändrat klimatet med ca 1°C, vilket redan lett till stor skada för människor, djur och natur, ekosystem, samhället och ekonomin. Nu är det en kamp mot klockan om att begränsa klimatförändringarna. Ju mindre de blir desto bättre för alla.

Koldioxidbudgetmetodens status

Den globala koldioxidbudgetens storlek i denna rapport baserar sig på IPCC:s (Intergovernmental Panel on Climate Change) Special Report, SR1.5. I denna har IPCC angett att den globala koldioxidbudgeten för att klara 1,5 gradersmålet är större än tidigare beräknat, dock med en stor osäkerhet. Sannolikt kommer en mer grundläggande analys av detta komma i IPCC:s Assessment Report 6 som förväntas publiceras 2022.

Metoden för att räkna fram koldioxidbudgetar bygger på vetenskapligt granskad forskning och uppfyller på så sätt vissa kvalitetskrav. Men att gå från forskning till tillämpning skapar oftast utmaningar, så även i detta fall. Ju mindre enheter utsläppen delas upp i, desto svårare kan det bli att bestämma var ett utsläpp ska bokföras. I rapporten har vi varit pragmatiska och använt tillgänglig statistik, även i de fall då vi egentligen skulle velat ha andra mått. Ett exempel på detta är utsläpp från elanvändning där RUS/SMED:s statistik har använts rakt av. Denna statistik redovisar utsläppen där elen produceras istället för där den används. Utsläpp från avfallsförbränning är bokförd där avfallet eldas istället för, som kanske vore rimligare ur ett budgetperspektiv, där det uppstår. Vi hoppas kunna utveckla dessa mått i kommande versioner med stöd från forskningsfinansierare eller offentliga aktörer. Observera dock att den metod för tilldelning av budget vi använder på ett pragmatiskt sätt anpassar sig efter vilka statistiska mått som används.

En princip för att välja var utsläpp ska bokföras är utifrån graden av rådighet. Att bokföra utsläppen i det land utsläpp sker är därför rimligt, eftersom nationell lagstiftning, åtminstone i teorin, kan ta ansvar för att få ner dessa. Ett annat sätt att se på saken är att den som köper en vara eller tjänst borde belastas utsläppen vilket representeras av det så kallade konsumtionsperspektivet.

Om koldioxidbudgetramverket får ytterligare spridning och genomslag förväntar vi oss att en diskussion kommer uppstå kring hur man inom Sverige ska fördela utsläpp mellan kommuner på bästa sätt. Det kan då uppstå ett behov av nya statistikprodukter för att både fastställa och följa upp utvecklingen av de kommunala budgetarna. Ett exempel är stora industriella utsläpp från cement och stålproduktion som kanske borde bokföras på nationell nivå. Sedan skulle samhällets aktörer kunna förhandla om hur stor budgeten för dessa utsläpp bör vara och vem som skall få använda dem, för att på så sätt undvika att någon eller några sektorer genererar allt för stora utsläpp vilket leder till krav på orimliga utsläppsminskningar i övriga sektorer.

Syftet med en lokal koldioxidbudget är att stärka den lokala nivån i att bidra till att hålla Parisavtalet genom att: 1) beräkna relevanta målnivåer, 2) hitta statistikmått som i så stor utsträckning som möjligt stärker den lokala nivån både i att förstå sin klimatpåverkan och kommunicera detta med olika aktörer, samt 3) bidra till att identifiera och prioritera bland potentiella åtgärder. Den tredje punkten är kanske den viktigaste men också den mest komplicerade.

Den höga utsläppsminskningstakten kan skapa behov av nya statistikprodukter med t.ex. kvartalsvisa prognoser för att visa om vi är på väg åt rätt håll.

I det fortsatta forskningsarbetet kommer vi ta hänsyn till uppdaterade globala budgetar från IPCC när de kommer samt även se över på vilket sätt vi bäst inkluderar utsläpp från utrikes transporter, och på vilket sätt vi ska ta med höghöjdseffekten från flygtrafik.

Kevin Anderson, Jesse Schrage, Isak Stoddard, Aaron Tuckey, Martin Wetterstedt & Jakob Willerström

Uppsala, 17 januari 2020

INNEHÅLL

Koldioxidbudgetar 2020-2040	3
Sammanfattning	6
Läsanvisning	7
Inledning	8
Varför behöver vi minska koldioxidutsläppen?	8
Om koldioxidbudgetar	7
Botkyrka kommuns koldioxidbudget	10
Inledning	10
Genomgång av budgeten	10
Diskussion om koldioxidbudget	13
Känslighetsanalys av budget och utsläppsminskningstakt	13
Rättvis fördelning av åtaganden	14
Inkludering av utsläpp från utrikes sjöfart och flygresor ToR destinationen	14
Utsläpp från sopförbränning	14
Analys av industriella utsläpp, utsläpp från så kallade anläggningar	14
Kommunens roll	15
Metod	16
Inledning	16
Utsläppsstatistik	16
Arbetsgång	16
Bokföring av utsläpp	16
Fördelning av utsläppsutrymme	16
Uppdatering av budgeten efter 2020	17
Referenser	18

SAMMANFATTNING

Enligt Parisavtalet ska nationerna som skrivit under säkerställa att den globala temperaturökningen hålls under 2 grader, och eftersträva att den begränsas till 1,5 grader. Enligt avtalet ska detta göras på ett rättvist sätt och på vetenskaplig grund.

Inom Botkyrka kommun kan det enligt vår beräkning släppas ut 1428 kiloton CO₂ från 2020 och framåt för att kommunen ska uppfylla sin rättvisa del av Parisavtalet. I Botkyrka kommun släpptes år 2017 239 kiloton CO₂ ut. Om utsläppen fortsätter att ligga på samma nivå som idag kommer budgeten att överskridas inom 6 år.

Detta innebär ett åtagande för Botkyrka kommuns geografiska område, att energirelaterade koldioxidutsläpp ska minskas med ca 15 % per år från januari 2020. Det innebär att utsläppen år 2040 bör ha minskat med 96 % jämfört med dagens nivå.

Botkyrka kommuns fyra största energirelaterade koldioxidutsläpp kommer från personbilar (ägarutsläpp) 81,7 kiloton CO₂, utrikes sjöfart 66,4 kiloton CO₂, utrikes flyg 45,9 kiloton CO₂ och övriga inrikes transporter 24,4 kiloton CO₂, se tabell 1 på sidan 12.

I Botkyrka kommun finns inga industriella anläggningar med stora utsläpp¹. Utsläpp som sker som effekt av kommuninnevånarnas och verksamheters köp av varor och tjänster finns inte med om utsläppet sker utanför kommunens gräns, förutom för utrikes sjöfart och utrikes flyg, vars utsläpp fördelas jämt på alla Sveriges invånare. I Botkyrkas fall är dess bidrag till utrikes transporter överskattat på grund av en lägre inkomstnivå än det nationella genomsnittliga värdet.

Huvudsakliga resultat

Botkyrka kommuns koldioxidbudget 2020 och framåt för att klara Parisavtalet: 1428 kiloton CO₂

Utsläppsnivå 2017: 239 kiloton CO₂

Antal år kvar innan koldioxidbudgeten överskrids: 6 år

Föreslagen minskningstakt för att klara Parisavtalet: 15% per år

Behovet av att kraftigt minska utsläppen i snabb takt tillåter inte att vi väntar på att energieffektivare teknik och mer förnybar energi ska lösa problemet. I närtid måste en snabb omställning ske genom att prioritera och effektivisera energianvändning samt uppmuntra till beteendeförändring. Detta uppnås genom att utveckla processer, organisationer och affärsmodeller. Sådana kan antingen vara idag tillgängliga lösningar eller så kan nya tas fram. Sektorer som inte klarar takten måste i närtid kompenseras av ännu snabbare utsläppsminskningar i andra sektorer.

Det är viktigt med en kontinuerlig dialog mellan regionens aktörer, inklusive invånare, kring de lokala förutsättningarna för utsläppsminskningar och för framtagande av en åtgärds- och uppföljningsplan. Ett exempel är Klimatpakten: ett samarbete mellan Stockholm Stad och över 200 företag. Dessutom har Länsstyrelsen Stockholm föreslagit Klimatsamverkan Stockholm för ett närmare samarbete mellan kommuner och andra aktörer inom offentliga sektorn. Länsstyrelsen anser att samverkan ytterligare behöver utökas med näringsliv och civilsamhället, se Klimat- och energistrategi för Stockholms län 2020-2045.²

Åtgärdsplanen bör innehålla åtgärder på kort sikt, samt på längre sikt, och utvärderas till en början årsvis. Det är viktigt att även kvantifiera och beskriva vilka besparingar och nya jobb- och affärsmöjligheter en snabb omställning leder till, men även lyfta fram risker för så kallade "stranded assets", det vill säga tillgångar som blir värdelösa i en fossilfri framtid (t.ex. bilar och maskiner som drivs av bensin och diesel), och diskutera hur dessa ska minimeras. Positiva effekter av minskad användning av fossila bränslen är att det kan leda till minskad sårbarhet från störningar i energiförsörjning.

De konsumtionsbaserade utsläppen bör minska i samma utsträckning som de territoriella. Osäkerhet i statistiken för dessa är dock mycket större, varför vi föreslår att dessa hålls utanför budgeten men att samma minskningstakt följs där tillgänglig statistik finns eller kan uppskattas.

Om åtagandet med koldioxidminskningar inte antas och Sverige totalt sett inte levererar dessa utsläppsminskningar är det svårt att påstå att Parisavtalet följs, vilket också innebär att vi kollektivt väljer en framtid med mycket kraftiga klimatförändringar som ett resultat av minst 2 graders temperaturökning på jorden.

¹ Se avsnitt "Analys av industriella utsläpp, utsläpp från så kallade anläggningar"

² Se <https://www.lansstyrelsen.se/stockholm/tjanster/publikationer/2019/klimat--och-energistrategi-for-stockholms-lan-2020-2045-remissversion.html>

LÄSANVISNING

Denna rapport består av två delar, del I och del II. I del I, denna del, redovisas resultatet från beräkningen av kommunens budget och utsläppsminskningstakt. Del I innehåller även en kortfattad redogörelse för vetenskapen kring koldioxidbudgetar, metoden som använts, samt en diskussion kring olika aspekter av arbetet. Del I är tänkt att nå en bredare publik utan specifika förkunskaper i ämnet.

Del II av rapporten är skriven på engelska med syfte att läsaren ska kunna följa hur beräkningarna av en budget går till i detalj men innehåller inga resultat på lokal nivå.



INLEDNING

Varför behöver vi minska koldioxidutsläppen?

Det står utom allt tvivel att människan påverkat och fortsätter att påverka klimatet genom att släppa ut växthusgaser. Detta sker globalt framförallt genom uppvärmning 31%, transport 15%, tillverkning 12%, jordbruk 11% och förändrad markanvändning och skogsbruk 6%. I skogsbrukets fall varierar detta mycket år från år på grund av osäkerhet vid beräkning. Tillsammans står energirelaterade utsläpp för 72% av det globala växthusgasutsläppet.³

I dagsläget har människans aktiviteter sedan förindustriell tid ökat den globala medeltemperaturen med mer än en grad (IPCC, 2018). Enligt Parisavtalet har länderna förbundit sig att tillsammans säkerställa att temperaturökningen håller sig väl under 2 graders uppvärmning och siktar mot 1,5 grader.

Både en 1,5 och en 2 grader varmare planet är på många sätt en mycket annorlunda plats än jorden som vi känner idag och medför katastrofala följder för många människor, djur och för ekosystemet i stort.⁴

Det finns forskning som visar att det redan vid 1 men framförallt vid 2 graders temperaturökning riskerar att sätta igång självförstärkande effekter som gör att temperaturen fortsätter att öka bortom människans kontroll (Steffen et al., 2018).

Det är viktigt att poängtera att vi redan idag misslyckats genom att vi redan stort jordens klimat. Nu gäller det att minimera ytterligare misslyckanden där varje 100-dels grads klimatpåverkan räknas.

En annan aspekt av minskade koldioxidutsläpp är möjligheten att få ett samhälle som är mer robust och mindre känsligt för geopolitiska störningar som till exempel avbrott i oljeleveranser. En omställning från fossila bränslen som innehåller energieffektivisering kan också leda till effektivare utnyttjande av ekonomiska resurser i samhället, jfr. EU:s energimärkningsarbete.

Om koldioxidbudgetar

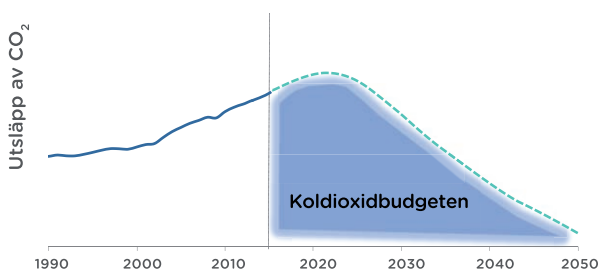
En koldioxidbudget är ett begränsat globalt utsläppsutrymme för att hålla oss inom en viss global medeltemperatur. Detta begrepp är grunden i till exempel IPCC:s arbete och rapporter. På senare år har metoder utvecklats för att på ett rättvist sätt fördela den globala koldioxidbudgeten till olika geografiska nivåer, till exempel länder och kommuner, i form av årliga budgetar (se Anderson & Bows, 2011, Anderson et al. 2017, Kuria-kose et al. 2018).

Koldioxid tillsammans med metan, lustgas och halokarboner, exempelvis CFC och HCFC, är de antropogena gaser som står för störst klimatpåverkan. En del av våra koldioxidutsläpp tas upp i hav och växtlighet relativt snabbt, medan resterande del ackumuleras och blir kvar tusentals år eller mer.

Vad är en Koldioxidbudget?

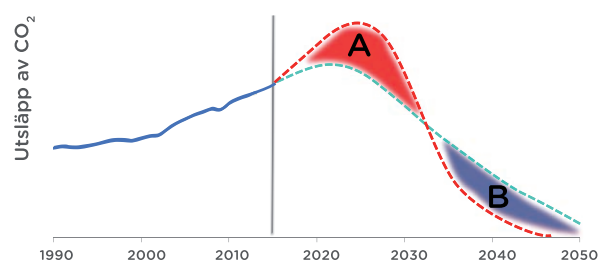
Koldioxidbudgeten (Carbon budget eng.) motsvarar den mängd (område under kurvan i figuren) koldioxid som kan släppas ut i atmosfären för att hålla oss till en viss temperaturhöjning.

Om utsläppsminskningen skjuts upp (fördröjd utsläppstopp i figuren nedanför, A) leder det till att



ännu strängare åtgärder måste vidtas senare i seklet för att kompensera detta (området B). Detta resulterar i en brantare reduktionskurva.

Det är därför mycket viktigt att stora utsläppsminskningar sker omedelbart genom effektivisering av energianvändning och beteendeförändring, annars behöver framtida utsläppsrestriktioner bli ännu kraftfullare.



³ Siffrorna för utsläpp år 2015, se <https://www.c2es.org/content/international-emissions/>

⁴ Se <https://www.carbonbrief.org/scientists-compare-climate-change-impacts-at-1-5c-and-2c>

Metan och lustgas bryts ner i atmosfären ganska snabbt, vilket komplicerar beräkningar. Särskilt kortlivade växthusgaser som metan betar sig därför helt annorlunda från koldioxid när det gäller hur de bidrar till klimatpåverkan, där är det snarare den årliga utsläppsmängden än de ackumulerade utsläppen som räknas.⁵

Ovanstående är några av anledningarna till att avgränsningen är just koldioxid, och inte övriga växthusgaser. Att minska utsläppen av andra växthusgaser behöver förstås också göras. När klimatpåverkan från t.ex. olika lösningar, produkter och tjänster ska göras används CO₂-ekvivalenter, där det nyligen utvecklats mer avancerade metoder, se t.ex. Balcombe et al. (2018).

Koldioxidutsläpp är relativt lätta att mäta och beräkna på olika nivåer i samhället vilket gör att de fungerar bra i en budget. Med IPCC:s (2014) ord kan det sammanfattas att det är den totala mängden koldioxid som i stor utsträckning bestämmer den globala genomsnittliga uppvärmningen.⁶

Drastiskt minskade utsläpp av långlivade växthusgaser, av vilken koldioxid är den största, är centrala för att klara Parisavtalet. Minskade utsläpp av metan bidrar omgående till minskad global uppvärmning och bidrar därför redan på kort sikt med att stabilisera klimatet.

På global nivå har utsläppsutrymme reserverats för prognostiserade utsläpp från cementproduktion fram till 2100. Det reserverade utrymmet för cementrelaterade utsläpp fördelas sedan ut till respektive land, där hänsyn tas till att *utvecklande* länder har ett större behov än *utvecklade*.

Upptag och utsläpp från förändrad mark och skogsanvändning globalt från nu och fram till 2100 tas också hänsyn till och antas fram till år 2100 inte påverka den globala koldioxidbudgeten. Det skulle kunna innebära att till exempel ökad kolinbindning i det boreala området förväntas kompensera avskogning i tropikerna. Feedbackmekanismer så som avsmältning av tundran med tillhörande klimatpåverkan har inte tagits hänsyn till utöver det som IPCC tagit hänsyn till i sina beräkningar av den globala koldioxidbudgeten. Andra växthusgasers klimatpåverkan behöver bokföras separat från koldioxidbudgeten och ska självklart också minskas.

De utsläpp som tas upp här är alltså energirelaterade koldioxidutsläpp, till exempel från industri och transporter, som sker inom Botkyrka kommun, så kallade territoriella utsläpp.⁷ Dessutom inkluderas kommunens del av utsläpp från utrikes transporter bestående av ut-

rikes sjöfart som tankar i Sverige, militär verksamhet, samt svenskarnas utsläpp från utrikes flygresor ToR destinationen enligt Kamb & Larsson (2019), exklusive höghöjseffekt. Budgeten är på så sätt en territoriell budget där även vissa konsumtionsrelaterade utsläpp lagts till, dvs. utrikes sjöfart och utrikes flyg.

Konsumtionsbaserade utsläpp är ett annat perspektiv – utsläppsavgränsning – vilket inte används i rapporten. Dessa utsläpp beräknas istället genom att summera utsläpp kopplade till varor och tjänster en person eller organisation konsumerat, oavsett var de fysiskt släppts ut. Sveriges konsumtionsbaserade utsläpp, det vill säga utsläpp som sker som en effekt av konsumtion av varor och tjänster var år 2015 enligt Naturvårdsverket 105 megaton CO₂-ekvivalent⁸, att jämföra med Sveriges territoriella utsläpp på 57 megaton CO₂-ekvivalent⁹. Utsläpp beräknade enligt territoriell avgränsning och med konsumtionsperspektiv kan inte summeras för att beskriva en kommuns totala klimatpåverkan eftersom dubbelräkning av vissa utsläpp då kommer ske. Även om de konsumtionsbaserade utsläpp som uppstår i andra länder inte fångas upp i en lokal budget är det viktigt att verka för att minska även dessa. Koldioxidutsläppen känner ju inga gränser, så vid val av klimatåtgärder bör utgångspunkten alltid vara att minska de som ger störst klimatnytta om det inte finns andra värden som är relevanta att ta hänsyn till.

⁵ Se <https://www.carbonbrief.org/guest-post-a-new-way-to-assess-global-warming-potential-of-short-lived-pollutants>

⁶ "Cumulative emissions of CO₂ largely determine global mean surface warming by the late 21st century and beyond".

⁷ Se <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Tre-satt-att-berakna-klimatpaverkande-utslapp/>

⁸ <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-konsumtionsbaserade-utslapp-Sverige-och-andra-lander/> anger konsumtionsbaserade utsläpp i Sverige år 2015 till 36,56 och i utlandet till 68,47 MtCO₂-ekv

⁹ <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-nationella-utslapp-och-upptag/?visuallyDisabledSeries=bb-b999096e20671> anger år 2015 Sveriges utsläpp till 56,755 MtCO₂-ekv

BOTKYRKA KOMMUNS KOLDIOXIDBUDGET

Inledning

Botkyrka kommuns budget är en territoriell koldioxidbudget med tillägg för utsläpp från utrikes transporter bestående av utrikes sjöfart som tankar i Sverige (SCB) samt utsläpp från svenskarnas utrikes flygresor ToR destinationen (Kamb & Larsson 2019). Vi har i föregående rapporter inkluderat höghöjdseffekten men i denna version av koldioxidbudgetarna har höghöjdseffekten (HHE) uteslutits i själva budgeten. Det starkaste argumentet för det är att den största delen av HHE är mycket kortvarig och inte ackumuleras på samma sätt som effekten av CO₂ och därför behöver hanteras separat. De lokala utsläppen baseras på statistik från nationella emissionsdatabasen (RUS). Budgeten baserar sig därför på en territoriell beräkning av utsläppen i kommunen med utrikes sjöfart och utrikes flyg tillagda. Konsumtionsbaserade utsläpp ingår inte i budgeten. För beskrivning av hur den lokala budgetens storlek beräknats, se metodavsnittet i denna text samt del II.

Genomgång av budgeten

Året 2017 uppgick Botkyrka kommuns utsläpp till 239 kiloton CO₂. Utslaget per person i kommunen blir det 2,7 ton/person (uppskattning för år 2019). Detta ligger under det nationella genomsnittliga värdet på 5,3 ton/person, vilket dock påverkas stort av hur kommunens

Utsläppskällor, intensitet och ekonomiska aspekter

Botkyrka kommuns fyra största energirelaterade utsläpp i kiloton CO₂: personbilar (ägarutsläpp): 81,7, utrikes sjöfart: 66,4, utrikes flyg: 45,9 och övriga inrikes transporter: 24,4.

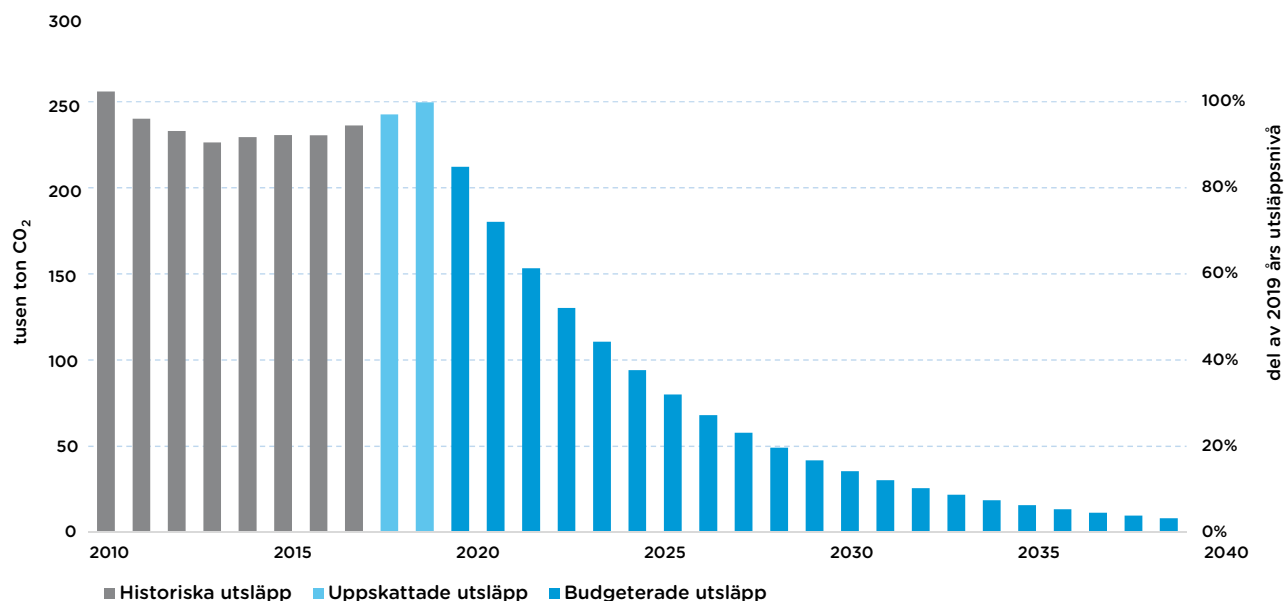
Uppskattade per capita-utsläpp i kommunen (territoriellt) 2019: 2,7 ton/person

Medelinkomst (netto) i kommun år 2017: 240 535 kr

Procentuell skillnad från rikets genomsnittliga medelinkomst: - 14 %

Prognos för invånarnas bidrag till utrikestransportrelaterade utsläpp i relation till rapportens beräkning: Överskattad, Botkyrka kommun har lägre medelinkomst än riket

HISTORISKA OCH FRAMTIDA UTSLÄPP I BOTKYRKA FÖR ATT KLARA PARIS-AVTALET



Figur 1. Historiska utsläpp 2010–2017, uppskattade utsläpp 2018–2019, samt budgeterade utsläpp 2020–2040. Utsläppen föreslås minska med en konstant del av föregående års utsläpp. Den högra Y-axeln visar utsläpp som procent av basåret 2019.

näringsliv ser ut. Denna utsläppssiffra ska dock inte förväxlas med konsumtionsbaserade utsläpp per person.

I Botkyrka kommun har det sedan 1990 skett väldigt kraftiga minskningar av utsläpp i kategorin "egen uppvärmning av bostäder och lokaler" samt "el och fjärrvärme". Den kraftiga minskningen beror på att Botkyrkas fjärrvärmeverk slutade elda med kol och gick över allt mer på biobränsle. Sedan år 2000 har Botkyrka kommuns utsläpp hållit sig på omkring 245 kiloton CO₂ (± 15 kiloton).

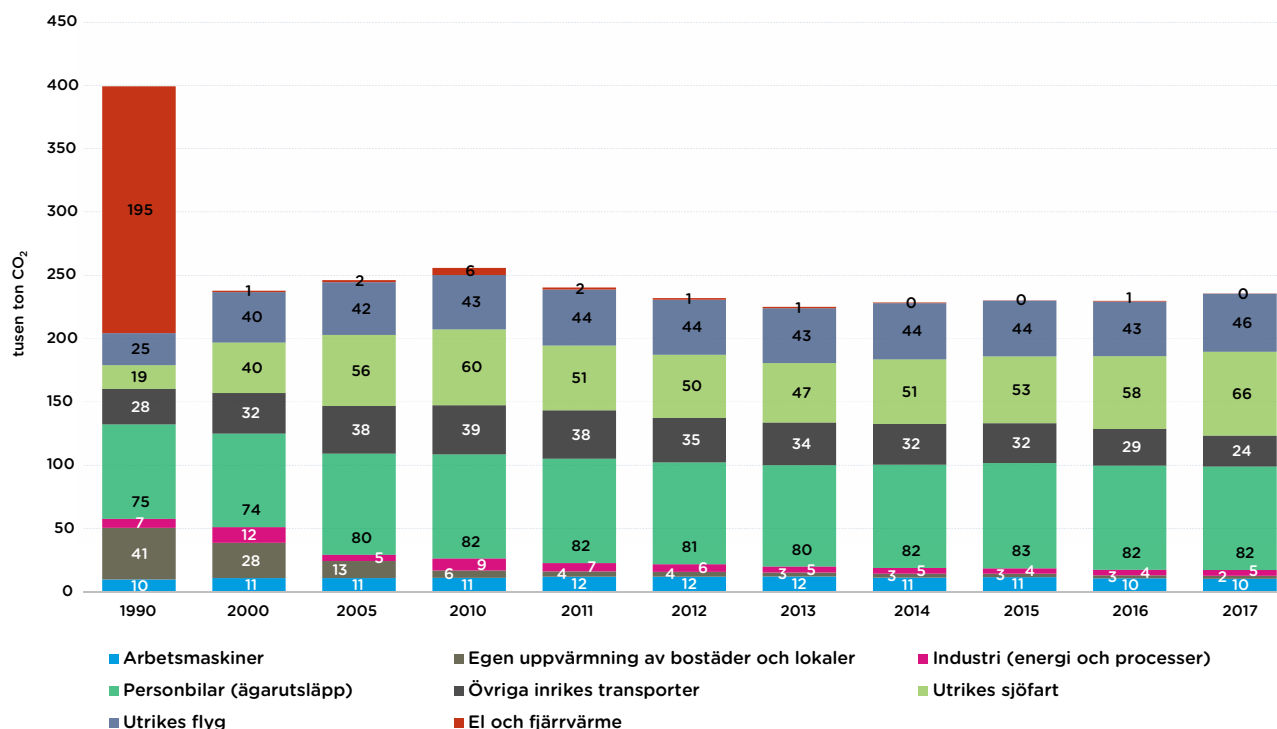
Utsläppen för åren 2018-2019 (figur 1) består av prognostiserade utsläpp. Utsläpp år 2020 och framåt följer en årlig utsläppsminskningstakt på 15 % för att Botkyrka kommun ska hålla sig inom sin totala koldioxidbudget. Om utsläppen studeras per sektor under åren 2010-2017 (figur 2, 3 samt tabellen) har övriga inrikes transporter¹⁰, industri och el och fjärrvärme minskat medan både utrikes flyg och sjöfart har ökat. Eftersom utrikes sjöfart och flyg fördelas per person leder Botkyrkas ökande invånarantal också till att en större andel Sveriges utsläpp fördelas till Botkyrka. Alla andra sektorer har hållit sig ganska konstanta. Vad som är bekymmersamt är att andra utsläpp från varor och tjänster, vilka inte beräknas och redovisas specifikt i denna rapport, ökat

markant sedan 1990-talet, delvis beroende på ökad konsumtion som till allt större del sker i utlandet. Utsläppen från utrikes flyg och sjöfart, kopplat till ökad internationell handel, har ökat markant. Viktigt att notera är att denna analys är baserad på siffror för hela riket.

Vad gäller koldioxidutsläppen från kommuninvånarnas flygresor utomlands visar studier från Storbritannien att inkomst påverkar invånarnas antal flygresor i hög grad (Brand and Preston, 2010), relativt mer än antalet bil-, tåg- eller bussresor (Dargay and Clark, 2012). Botkyrka kommun har lägre medelinkomst än rikets genomsnitt. Därför anser vi att Botkyrka kommuns beräknade flygutsläpp överskattas i denna rapport. Notera ytterligare att vi i tidigare rapporter, dock inte denna, efter muntligt samråd med delar av Länsstyrelsens energi- och klimatstrategier, även inkluderat en klimateffekt (höghöjdseffekten) för att ta hänsyn till att de utsläpp som sker på hög höjd långsiktigt påverkar klimatet mer (Kamb & Larsson, 2019) med en faktor 2,0 (Jungbluth and Meili, 2018).

I utvecklingen av metoden har vi plockat bort denna faktor framförallt för att den är mycket kortvarig och att dessa effekter bäst hanteras separat från en koldioxidbudget (se Kamb & Larsson, 2019).

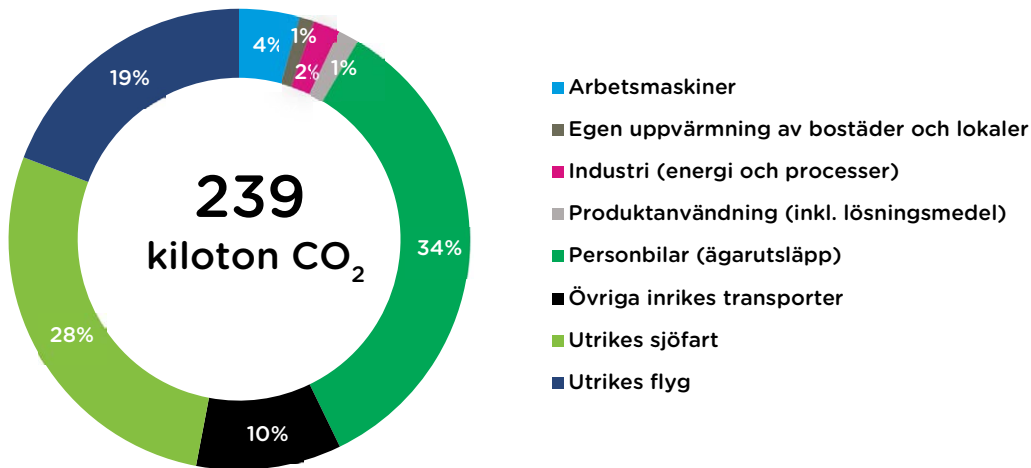
UTSLÄPP FRÅN SEKTORER I BOTKYRKA 1990-2017



Figur 2. De största historiska utsläppskällorna uppdelade på respektive sektor i enlighet med RUS/SMED. I utrikes transporter ingår utrikes sjöfart som tankar i Sverige (SCB) samt utsläpp som kommer från svenskarnas utrikes flygresor, ToR destinationen Kamb & Larsson (2019).

¹⁰ Består av lastbilar, bussar, inrikes civil sjöfart, inrikes flygtrafik, mopeder, motorcyklar, järnväg, slitage, avdunstning, militär transport.

UTSLÄPP FRÅN ALLA SEKTORER ÅRET 2017 SOM PROCENT AV TOTALT UTSLÄPP I KOMMUNEN



Figur 3. Alla utsläppskällor år 2017 uppdelade på respektive sektor i procent och i enlighet med RUS/SMED. Inrikes transporter har omräknats som utsläpp från personbilar (ägarutsläpp) och övriga inrikes transporter. Utrikes flyg baseras på Kamb & Larsson (2019) och utrikes sjöfart på SCB.

Tabell 1. Utsläpp (i kiloton CO₂) inom RUS/SMEDs kategorier samt utsläpp från utrikes transporter inklusive svenskar- nas hela flygresor beräknat av Kamb Larsson (2019).

	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Arbetsmaskiner	9,7	10,7	10,8	11,0	11,8	11,8	11,9	11,2	11,4	10,4	10,1
Avfall (inkl. avlopp)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Egen uppvärmning av bostäder och lokaler	40,8	27,8	13,3	5,7	4,2	3,9	3,3	3,0	2,8	2,5	2,5
El och fjärrvärme	195	1,2	1,9	5,6	1,6	1,3	1,1	0,4	0	0,5	0
Industri (energi och processer)	7,0	12,4	5,0	9,5	6,7	6,0	4,5	4,5	4,2	4,3	4,5
Jordbruk	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Produktanvändning (inkl. lösningsmedel)	2,2	2,6	3,1	3,1	2,9	3,8	4,0	3,9	3,4	3,5	3,5
Personbilar (ägarutsläpp)	74,7	74,2	79,9	82,3	82,4	80,6	80,2	81,6	83,2	82,4	81,7
Övriga inrikes transporter	28,0	32,0	37,6	38,8	38,3	35,3	33,7	32,2	31,6	28,9	24,4
Utrikes sjöfart	18,7	39,8	56,2	60,0	51,3	49,7	46,9	51,1	52,6	57,6	66,4
Utrikes flyg	25,5	40,0	41,6	43,0	44,0	43,7	43,3	44,5	44,2	43,2	45,9
Summa	402	241	250	259	243	236	229	232	234	233	239

DISKUSSION OM KOLDIOXIDBUDGET

Känslighetsanalys av budget och utsläppsminskningstakt

Två parametrar har stor påverkan på budgetens storlek och utsläppsminskningstakt i rapporten. Den första är hur stor den framtida potentialen till negativa utsläppstekniker antas vara, vilket påverkar den globala koldioxidbudgetens storlek, och den andra hur utsläppsutrymmet ska fördelas på världens länder.

Flertalet av IPCC:s scenarier från arbetsgrupp 3 innehåller antaganden om mycket stora framtida negativa utsläpp, ju större antagen potential till negativa utsläpp, desto större global utsläppsbudget. När det gäller dessa negativa utsläppstekniker, så kallade Negative Emissions Technologies (NETs), är vi i vår bedömning mycket restriktiva till att inkludera dessa och utgå från motsvarande globala budgetar, av flera anledningar. Det är idag (natur)vetenskapligt och tekniskt oklart i hur stor omfattning det går att sjösätta dessa lösningar. Det finns flera anledningar till att vara mycket försiktigt med att lita på dessa. En är att alla lösningar kommer på ett eller annat sätt kräva energi, direkt eller indirekt, för att bortföra och lagra koldioxid, och där ligger kanske den största utmaningen. Vi ska inte bara ställa om hela energisystemet utan dessutom hitta extra förnybar energi för att ta upp den koldioxid som först släppts ut. Skalan på detta gör problemet mycket osannolikt att lösa (Anderson and Peters, 2016). Andra sätt att öka upptaget av koldioxid som föreslagits innebär storskaligt skogsbruk, eller plantering av andra växter, vilket har kritiserats för att inte vara förenligt med hur människor idag lever och försörjer sig på dessa platser.^{11,12}

Vid beräkning av koldioxidbudgetarna har vi dock sett att det finns en negativ utsläppsteknik som är mer lovande, lättare och mer rimlig att tillämpa än andra – koldioxidavskiljning vid cementframställning. Vid den sammanvägda bedömningen av utsläpp från cementindustrin har därför möjlig utveckling av denna teknik inkluderats på global nivå och inte specifikt för Sveriges nationella eller lokala budgetar, se del II.

Vi ser det som önskvärt att forskning fortsätter bedrivs på olika tekniker för negativa utsläpp. Men, i enlighet med försiktighetsprincipen, kan vi i dagsläget inte anta att det kommer att finnas tillgänglig teknik som i stor skala ger mer än ett marginellt tillskott till koldioxidbudgeten.

När det gäller fördelning av det utsläppsutrymme som finns kvar har vi försökt att kvantifiera den formulering

som finns i Parisavtalet kring att utsläppsminskningarna ska ske på ett så rättvist sätt som fortfarande är möjligt mellan industrialiserade och industrialiserande länder.¹³ Detta tillvägagångssätt är i linje med den internationellt etablerade principen om ett gemensamt men differentierat ansvar ("Common But Differentiated Responsibilities", CBDR) som Parisavtalet och klimatkonventionen bygger på. Denna princip erkänner de rika ländernas större ansvar utifrån såväl deras större bidrag till klimatförändringar över tid (historiskt ansvar) som deras större kapacitet att göra något åt det (högre inkomster, existerande infrastruktur, institutioner m.m.). Principen erkänner även de fattigare ländernas rätt till utveckling och de rikare ländernas ansvar att möjliggöra för dessa att både undvika utsläpp genom finansiellt och tekniskt stöd, och till att anpassa sig till effekterna av klimatförändringarna.

I denna beräkning utgår vi i stort sätt från United Nations Framework Convention on Climate Change indelning i Annex 1 (utvecklade) och icke Annex 1 (utvecklande länder). Där Human Development Index och BNP per capita liknar Annex 1 har vi flyttat ett fåtal länder till utvecklade länder (Israel, Sydkorea, San Marino, Andorra). Däremot finns det sju rika oljeproducerande nationer med hög BNP/capita och högt utsläpp/capita vilka finns kvar i utvecklande-länder-kategorin. Om dessa flyttas till utvecklade-länder-kategorin enligt Anderson et al, (2020) skulle det minska Sveriges utsläppsförminskningstakt med ca tre procentenheter, vilket skulle vara fördelaktigt för Sverige om skedde, men måste i så fall regleras i kommande klimatavtal.

På nationell nivå har vi undersökt olika fördelningsprinciper som tar hänsyn till kommunernas, regionernas och länens olika förutsättningar t.ex. en kommuns, regions eller läns förmåga-att-betala. Vi har valt att använda suveränitets-principen, grandfathering (eng.). Den principen utgår ifrån den aktuella utsläppsnivån i delregionen så att regioner med en högre nuvarande utsläppsnivå får en större budget. Det gör att alla Sveriges kommuner, regioner och län får samma förminskningstakt. Se avsnitt "Fördelning av utsläppsutrymme".

För att få full genomslagskraft måste fördelningen fastställas genom att i förlängningen sluta bindande avtal mellan kommuner/städer, nationer och grupper av nationer.

Märk väl att den akademiska enigheten kring sambandet mellan utsläpp av växthusgaser och den temperaturökning det leder till är mycket stor. Det är alltså inte detta som skiljer publicerade alternativa publicerade beräkningar av global budget och utsläppsminskningstakt åt.

¹¹ Se <https://workforrain.wordpress.com/2017/04/02/bioenergy-with-carbon-capture-and-storage-climate-savior-or-goat/> som en introduktion med länkar för fortsatt läsning kring Bioenergy with Carbon Capture and Storage, BECCS, en av de mest kritiserade NETs.

¹² Se <https://www.project-syndicate.org/commentary/agricultural-investment-or-third-world-land-grab-by-peter-singer> angående problemet med land-grab, som uppstår vid BECCS.

¹³ Även med metoden vi använt står industrialiserade länder i stor skuld till de industrialiserande pga. stora ojämlikheter i historiska utsläpp – så fördelningen som använts är en pragmatisk hållning till rättvisa som inte är rättvis. Se del II för fördjupning.

Rättvis fördelning av åtaganden

För fördelning av åtaganden inom Sveriges gränser har i denna rapport endast metoden suveränitetsprincipen (grandfathering), använts (se metodavsnittet i denna text samt del II). Från deltagande kommuner, regioner och län har det både framförts argument för att det är bra att använda denna metod och att mer sofistikerade metoder borde användas för att fördela utrymmet.

Det finns flera parametrar som i praktiken påverkar hur möjligheten till utsläppsminskningar uppfattas hos kommunerna och länen, bland annat:

- Från vilka aktiviteter utsläppen kommer idag? Vissa aktiviteter ses som lättare att minska än andra kopplat till tillgänglig teknik m.m.
- Hur ser geografien ut? Det är till exempel skillnad mellan stad och land.
- Är regionen en tillväxtregion eller avfolkningsregion?
- Hur stor ekonomisk aktivitet sker i regionen och hur ser inkomstfördelningen ut?
- Användning av territoriella utsläpp alternativt konsumtionsperspektivet ger olika bild av utsläppssituationen, bägge är dock väldigt utmanande.
- Graden och närvaron av utsläppsintensiva industrier i kommunen, regionen eller länet, inklusive hur nyetableringar och avveckling bör behandlas.

Från kommun, region och län som politiskt styrda organisationer är kanske ändå deras rådighet den fråga som oftast tas upp och som dessa aktörer ständigt brottas med.

Fördelen med grandfathering är ändå att utsläppsutrymmet baseras på hur stora utsläpp som sker idag, och att alla får samma utsläppsminskningstakt. Nackdelen är att den inte alls tar hänsyn till olika förutsättningar för att göra omställningar. I någon mening kommer varje sätt att fördela åtaganden vara orättvist och missgynna någon kommun, region eller län i jämförelse med någon annan metod. Därför tror vi att koldioxidbudgeten behöver tillämpas i dialog mellan samhällets parter och målen nås genom samarbete.

Inkludering av utsläpp från utrikes sjöfart och flygresor ToR destinationen

Vi har i denna rapport kompletterat de territoriella utsläppen med utsläpp från Botkyrkas beräknade andel av svenskarnas utrikes sjöfart och flyg. Denna baseras på statistik från SCB för internationell sjöfart som tankar i Sverige, samt svenskarnas internationella flygresor

(Kamb & Larsson, 2019). Vi har inte inkluderat höghöjdseffekten¹⁴ eftersom vi anser att den bättre hanteras separat, framförallt stött av forskningen och beskrivning kring kortlivade klimatgaser, jfr. diskussionen om metan (se Balcombe et al., 2018, Kamb & Larsson 2019). Vi vill dock understryka att höghöjdseffekten är reell och bör inkluderas vid i beslutsunderlag.

Utsläppen från både utrikes sjöfart och flyg är stora. Vilka aktiviteter som genererar utsläpp via utrikes sjöfart har inte analyserats, men det antas att dessa kan ses som ett resultat av köp av utländska varor, alltså en del av våra konsumtionsutsläpp. Ett skäl till utsläpp från utrikes flygresor överhuvudtaget inkluderas är att potentialen till snabba utsläppsminskningar från flygresor är mycket stor om vi i Sverige accepterade att flyga mindre. Både utrikes sjöfart och utrikesflygets utsläpp har ökat mycket kraftigt sedan 1980-talet.

Utsläpp vid värme- och elproduktion i förbränningsanläggningar

I denna rapport bokförs utsläpp i den kommun där anläggningen ligger där förbränningen sker. I en del fall förser en anläggning flera kommuner med fjärrvärme. I dagsläget tas det inte hänsyn till detta vid beräkning och uppföljning av budgeten. Kraftvärmeanläggningar försörjer även nätet med el. Det finns en etablerad standard för hur utsläpp fördelas mellan värme och el. Elproduktion och elanvändningen är dock ett snårigt område som behöver ses över i förhållande till budgetperspektivet, och det är i dagsläget oklart hur utsläpp och undvikna utsläpp ska allokeras och påverka en budget på bästa sätt.

Drygt 40 procent av det avfall som används i svenska avfallsförbränningsanläggningar är hushållsavfall. Det resterande är avfall från industrier och annan verksamhet som ofta utgörs av utsorterade fraktioner med mer homogen sammansättning.¹⁵

Enligt naturvårdsverket importeras omkring 2 700 000 ton avfall (år 2017) varav 89 % gick till energiåtervinning, dvs. omkring 2 400 000 ton.¹⁶ Enligt Avfall Sverige samlades ca 2 400 000 ton hushållsavfall (år 2018) för energiåtervinning in.¹⁷ Om statistiken tolkats rätt betyder det att fördelningen av avfall som förbränns i svenska avfallsförbränningsanläggningar är omkring 20 % svenskt hushållsavfall, 20 % importerat avfall och resterande 60 % kommer från industrier och annan verksamhet. Det betyder att rådigheten för att minska behovet av avfallsförbränning ligger utspritt både på kommuninnevånare, lokala företag, men även på utländska aktörer som också behöver minska mängden hushållsavfall som behöver gå till energiåtervinning.

¹⁴ Att vi inkluderat höghöjdseffekten ger som konsekvens att vi blandar rena koldioxideffekter med andra klimateffekter.

¹⁵ <https://www.avfallsverige.se/avfallshantering/avfallsbehandling/energiatervinning/branslet/>

¹⁶ <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/avfall/avfall-gransoverskridande-transporter/>

¹⁷ https://www.avfallsverige.se/fileadmin/user_upload/Publikationer/SAH_2019.pdf

Analys av industriella utsläpp, utsläpp från så kallade anläggningar

För att skaffa oss en uppfattning av industriella utsläpp i kommunerna vilka har en betydande påverkan på Sveriges totala utsläpp från anläggningar har vi använt oss av Naturvårdsverkets data (statistik från år 2017).¹⁸ Genom att sortera anläggningarna efter stigande utsläpp och beräkna de ackumulerade utsläppen från delar av datasetet framkommer det att 11 st anläggningar tillsammans står för 60% av alla utsläpp från stora anläggningar i Sverige och att 45 st (23%) står för 90% där anläggningen med lägst utsläpp släpper ut 65 625 ton CO₂/år. Denna anläggnings utsläpp motsvarar 3% av utsläppet från den största anläggningen. Detta urval, vilket vi kallat "stora anläggningar" (45 st) skulle kunna utgöra en grund i en kommande diskussion kring vilka utsläpp som ska bokföras lokalt i kommunen, regionen eller länet, och vilka som bör lyftas till nationell nivå. I denna rapport har vi bokfört utsläpp från stora industriella anläggningar på nationell nivå.

Det skulle vara intressant att följa en diskussion mellan landets kommuner och regioner om andra möjliga sätt att bokföra utsläppen från anläggningar. T ex. borde utsläpp i närliggande kommuner där fjärrvärmeproduktionen försörjer flera kommuner omfördelas. Oavsett var dessa bokförs blir dock utsläppsminskningstakten densamma.

Kommunens roll

De minskningstakter som vi räknat fram i denna text är mycket högre än de mål som är satta på nationell nivå via fossiloberoende fordonsflotta 2030, netto-nollutsläpp 2045 och 100 procent förnybar elproduktion år 2040. Dessa ställer krav på omkring 7% minskning per år beroende på hur man räknar.¹⁹ Det innebär att kommunerna, regionerna och länen, i samarbete med näringsliv och civilsamhälle, kommer följa rekommendationen i denna rapport på frivillig basis. En möjlig utveckling av projektet vore att initiera en process för att skapa nationell konsensus om att använda koldioxidbudgetar som utgångspunkt i att skapa åtaganden på frivillig basis mellan kommuner, regioner och län, alternativt att arbeta med att ta fram underlag för ett bindande nationellt regelverk. Detta är helt avhängigt av hur olika kommunpolitiker, politiker på regional och nationell nivå samt övriga opinionsbildare väljer att förhålla sig till dessa resultat.

Det är viktigt att lyfta fram att om samhället inte väljer att följa det åtagande som här föreslås innebär det att man istället väljer en värld där temperaturen ökar med mer än 2 grader, med alla dess konsekvenser, och att Parisavtalet inte kommer kunna efterlevas, varken på lokal, regional eller nationell nivå.

Eftersom den beräknade utsläppsminskningstaktens storlek skiljer sig så markant från den nationella agendan är det inte troligt att det nationella politiska ramverket kommer anpassas i tid för att på nationell nivå säkerställa utsläppsminskningstakten. Därför är det troligt att ledarskapet från de kommuner som anammar målet, i synergi med befintliga konkreta satsningar, strategier och deltagande i nätverk, är nödvändigt för att skapa den omställningstakt som behövs och kan bidra till ökade målsättningar även på nationell nivå.

Kommunen är sannolikt den organisation i samhället som bäst skulle kunna samordna den snabba omställning som behövs för att klara Parisavtalet.²⁰



¹⁸ Se <https://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Sok/>

¹⁹ Fossiloberoende fordonsflotta 2030, netto-nollutsläpp 2045, 100 procent förnybar elproduktion år 2040 ger omkring 7% beroende på hur man räknar.

²⁰ En mer teoretisk genomgång av vilken nivå i samhället som erbjuder störst potential diskuteras här: <https://doi.org/10.31223/osf.io/fea45>

METOD

Inledning

Rubrikerna nedan innehåller en svensk översättning och i vissa fall nedkortad beskrivning av metodavsnittet i del II.

Utsläppsstatistik

I rapporten används utsläppsstatistik från framförallt Nationell emissionsdatabas (RUS)²¹ som kompletteras med utsläpp för utrikes transporter bestående av internationell sjöfart från SCB samt Svenskarnas internationella flygresor vilket beräknats vid Chalmers (Kamb & Larsson 2019). Utsläppen i RUS och SCB innehåller endast energirelaterade koldioxidutsläpp.²² Som förtydligande kan nämnas att kategorin Jordbruk inte innehåller utsläpp från till exempel traktorer, vilka redovisas under arbetsmaskiner. Andra växthusgaser som metan eller lustgas har inte tagits med som underlag i denna rapport. Utsläpp från personbilar har beräknats enligt Willerström (2019) och ersatt RUS-statistikens motsvarande utsläpp.

RUS använder ett produktionsperspektiv, det vill säga, utsläppen bokförs där de produceras (man kan även tänka genereras). Produktionsperspektivet stämmer väl överens med de territoriella utsläpp som rapporten använder sig av. Värt att förtydliga är att transporter i RUS syftar på alla inrikes transportrelaterade utsläpp, inklusive inrikes flyg. Se del II för kompletterande information.

Arbetsgång

I korthet har metoden för beräkning av regionens budget i rapporten innehållit stegen nedan. Observera att till och med punkt 6 är budgeten den totala mängd koldioxid som får släppas globalt eller uppdelat på land eller länder. I punkt 7 omvandlas denna till ett förslag på utsläppsminskningskurva, det vill säga, en årlig budget till skillnad från en total budget (1-6):

1. Bestäm vilken typ av bokföring (se nedan) som ska användas – denna budget är baserad på territoriella utsläpp samt utsläpp från utrikes flyg och sjöfart.
2. Beräkna hur stor global budget som finns tillgänglig från och med det år (2020) budgeten ska gälla.
3. Dra bort utsläpp från cementproduktion från icke-OECD-länder samt mark- och skogsanvändning från den globala budgeten.

4. Dra av utsläpp från icke industrialiserade (icke-OECD) länder, med hänsyn tagen till att dessa först får öka sina utsläpp under några år, för att sedan minska.
5. Det kvarvarande utsläppsutrymmet fördelas mellan OECD-länder utifrån någon princip om rättvis fördelning – här används suveränitetsprincipen (grandfathering). En rättvis andel av globala cementutsläpp läggs till Sverige.
6. Fördela Sveriges utsläppsutrymme till kommun- eller länsnivå baserat på en rättvis fördelningsnyckel – denna budget är baserad på principen grandfathering.
7. Omsätt budgeten till årliga budgetar som tillsammans håller sig inom den totala budgeten.²³

Bokföring av utsläpp

(Se även Box 1. Territorial vs Consumption Emissions, i del II)

Det finns två sätt att mäta utsläpp – territoriellt och konsumtionsbaserat.²⁴ Vid beräkning av territoriella utsläpp räknar man i vilket land eller område utsläppet sker fysiskt. Vid beräkning av konsumtionsbaserade utsläpp utgår man istället från var den person eller organisation verkar som indirekt orsakar utsläppet. De senaste trettio åren har Sveriges territoriella utsläpp minskat, samtidigt som det konsumtionsbaserade utsläppet ökat markant, det vill säga, utsläppen har till större del flyttat utomlands. Metodmässigt är det lättare att använda territoriella eftersom dessa utsläpp är lättare att följa upp och beräkna. Fördelen är också att när man befinner sig på landsnivå, så är den politiska råddigheten över utsläppen oftast stor. Men, det är viktigt att säkerställa att minskningar i territoriella utsläpp inte beror på att utsläppen flyttar någon annanstans, därför bör man använda sig av båda perspektiven för en fullständig bild.

Fördelning av utsläppsutrymme

(Se även Allocation Principles Considered for this Report, i del II)

Det finns ett antal olika sätt att resonera kring vad som är ett rättvist sätt att dela på utsläppsutrymmet som finns kvar för att klara Parisavtalet. Nedan följer fyra

²¹ <http://extra.lansstyrelsen.se/rus/Sv/statistik-och-data/nationell-emissionsdatabas/Pages/default.aspx>

²² <http://extra.lansstyrelsen.se/rus/SiteCollectionDocuments/Statistik%20och%20data/Nationell%20emissionsdatabas/ Metod-och-kvalitetsbeskrivning-SMED-Rapport-Nr-10-2018.pdf>

²³ För åren 2017-2019 har vi uppskattat mängden koldioxidutsläpp utifrån tidigare år.

²⁴ Vissa inkluderar även produktionsbaserade utsläpp vilket motsvarar utsläpp från alla landets aktörer. I Sveriges fall skulle det motsvara utsläpp från svenska företag och personer både utanför och innanför Sveriges gränser. Se <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Tre-satt-att-berakna-klimatpaverkande-utslapp>

principer som föreslagits (Rose et al., 1998), egalitära principen, suveränitetsprincipen, utsläpparen-betalar samt förmåga-att-betala.

1. Den egalitära principen utgår från att alla personer har samma rätt att släppa ut. Utsläppsutrymmet i ett delområde blir då direkt proportionellt med andelen personer som bor i delområdet jämfört med hela området.
2. Suveränitetsprincipen, grandfathering (eng.), säger istället att det är hur mycket som släpps ut i delregionen som utgör grunden för hur mycket som får släppas ut i framtiden. Om det skiljer sig mycket mellan regioner, till exempel beroende på olika typer av industri, blir detta ett pragmatiskt sätt att beräkna.
3. Alternativet utsläpparen betalar innebär istället att ju mer man släpper ut, desto snabbare ska utsläppsminskningen gå. Till exempel kan man använda inversen av utsläpp per capita som parameter för att fördela utsläppsutrymmet.
4. Förmåga-att-betala innebär istället att regioner med hög ekonomisk aktivitet anses ha högre förmåga att minska sina utsläpp, och får därför ta en större andel av utsläppsminskningarna.

För fördelning inom Sverige har vi i rapporten använt metod 2. Vi har också kort undersökt möjligheten att inkludera 4, förmåga-att-betala, men valt att inte göra det i denna rapport. Detta medför att alla Sveriges län, regioner och kommuner får samma förminskningstakt.

Uppdatering av budgeten efter 2020

Både i arbetet i Storbritannien och i vårt arbete i Sverige har vi satt startdatum för budgetarna till 2020 (i de flesta fall). 2020 är det år då Parisavtalet träder i kraft. I denna version av budgetrapport / budgetmetod har vi utgått från en ny global budget (SR1.5) jämfört med tidigare rapporter (AR5), och också ändrat metod för beräkning av vissa utsläpp. Ju mer och fler som jobbar med denna metoden, desto bättre kommer vi kunna mäta de ingående utsläppen i budgeten. Betraktar vi endast RUS-statistiken så ändras den ibland retroaktivt, och den släpar dessutom två år. I vår metod har vi använt år 2019 som basår vid grandfathering, det innebär att det kommer dröja till 2021 innan vi har RUS-statistik för året, och statistiken kommer kanske uppdateras under några år därefter. I samband med att IPCC släpper nästa stora rapport, AR6, kommer de nya globala budgetarna ändras, lite eller mycket. Författarnas förslag är att detta hanteras genom att retroaktivt räkna om budgetarna från 2020.



REFERENSER

- Anderson, K. and Bows, A. (2011) 'Beyond "dangerous" climate change: emission scenarios for a new world', *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1934), pp. 20-44. doi: 10.1098/rsta.2010.0290.
- Anderson, K. and Peters, G. (2016) 'The trouble with negative emissions', *Science*, 354(6309), pp. 182-184.
- Anderson, K., Stoddard, I. and Schrage, J. (2017) 'Koldioxidbudget och vägar till en fossilfri framtid för Järfälla kommun'.
- Anderson, K., Broderick, J. & Stoddard, I. 2020. A factor of two: how the mitigation plans of "climate progressive" nations fall far short of Paris-compliant pathways. *Climate Policy*, (in press).
- Balcombe, P. et al. (2018) 'Methane emissions: choosing the right climate metric and time horizon', *Environmental Science: Processes and Impacts*. Royal Society of Chemistry, 20(10), pp. 1323-1339. doi: 10.1039/c8em00414e.
- Brand, C. and Preston, J. M. (2010) '60-20 emission'-The unequal distribution of greenhouse gas emissions from personal, non-business travel in the UK', *Transport Policy*. Elsevier, 17(1), pp. 9-19. doi: 10.1016/j.tranpol.2009.09.001.
- Dargay, J. M. and Clark, S. (2012) 'The determinants of long distance travel in Great Britain', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Elsevier Ltd, 46(3), pp. 576-587. doi: 10.1016/j.tra.2011.11.016.
- IPCC (2014) Summary for Policymakers, *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. doi: 10.1017/CBO9781107415324.
- IPCC (2018) 'IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C - Summary for policy makers', (October 2018). Available at: <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>.
- Jungbluth, N. and Meili, C. (2018) *Aviation and Climate Change: Best practice for calculation of the global warming potential*. Schaffhausen, Switzerland.
- Kamb, A. and Larsson, J. (2019) 'Climate footprint from Swedish residents ' air travel'.
- Kuriakose, J. et al. (2018) 'Quantifying the implications of the Paris Agreement for Greater Manchester', (March), p. 35. Available at: <http://www.mace.manchester.ac.uk/media/eps/schoolofmechanicalaerospaceandcivilengineering/research/centres/tyndall/pdf/Tyndall-Quantifying-Paris-for-Manchester-Report-FINAL-PUBLISHED.pdf>.
- Rose, A. et al. (1998) 'International Equity and Differentiation in Global Warming Policy: An Application to Tradable Emissions Permits', *Environmental and Resource Economics*, 12, p. 25.
- Steffen, W. et al. (2018) 'Trajectories of the Earth System in the Anthropocene', *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Available at: <http://www.pnas.org/content/early/2018/07/31/1810141115.abstract>.
- Willerström, J. (2019) *Modelling CO₂ emissions from passenger cars for Swedish municipalities* Swedish municipalities. Uppsala University.
-